Aus dem Anatomischen Institut der Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. med. J. Lang

GELENKSPALT UND GELENKKAPSEL DER ARTICULATIO ATLANTOAXIALIS LATERALIS

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Reinhard Sturm
aus Mistelgau

Mistelgau, den 15. Mai 1981

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. med. J. Lang

GELENKSPALT UND GELENKKAPSEL DER ARTICULATIO ATLANTOAXIALIS LATERALIS

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Reinhard Sturm
aus Mistelgau

Mistelgau, den 15. Mai 1981

Referent:	Professor Dr. med. J. Lang
Korreferent:	Professor Dr. med. M. Nadjmi
Dekan:	Professor Dr. med. K.-H. Wulf

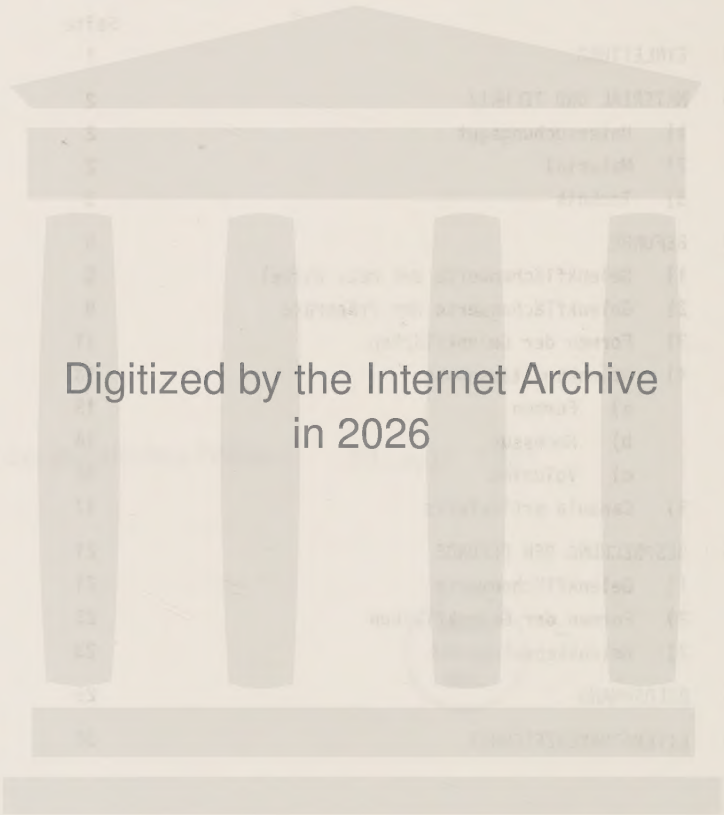
Tag der mündlichen Prüfung: 29.Juli 1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
A)	EINLEITUNG	1
B)	MATERIAL UND TECHNIK	2
	1) Untersuchungsgut	2
	2) Material	2
	3) Technik	3
C)	BEFUNDE	5
	1) Gelenkflächenwerte der maz. Wirbel	5
	2) Gelenkflächenwerte der Präparate	9
	3) Formen der Gelenkflächen	11
	4) Gelenkspaltausgüsse	13
	a) Formen	13
	b) Recessus	14
	c) Volumina	16
	5) Capsula articularis	17
D)	BESPRECHUNG DER BEFUNDE	21
	1) Gelenkflächenwerte	21
	2) Formen der Gelenkflächen	23
	3) Gelenkkapsel	23
E)	BILDANHANG	25
F)	LITERATURVERZEICHNIS	35



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543519_0149

A) EINLEITUNG

Im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit stehen die beiden Gelenkspalte der Articulationes atlantoaxialis laterales mit ihren cranialen und caudalen Aussackungen. Diese beiden Gelenke stehen in direktem funktionellen Zusammenhang mit der Articulatio atlantoaxialis mediana, und können als Kugelgelenk oder besser als Eigelenk aufgefaßt werden.

Über die Form, die Stellung der Gelenkflächen im Bezug zum Wirbel, über Längs- und Querdurchmesser und deren Krümmungsradien liegen schon viele Arbeiten vor (Ingelmark 1947, Knese 1949/50, Putz und Pomaroli 1972).

Auch funktionelle Betrachtungen, die sich mit der Beweglichkeit der Atlantoaxialgelenke als dem wichtigsten Gelenksystem für die Drehbewegungen des Kopfes befassen, wurden von den verschiedensten Autoren angestellt (Fick 1911, Knese 1936, Hohl und Baker 1964, Lewitt 1970, Jirout 1973).

Es schien daher angebracht, die Gelenkspalte an der Leiche darzustellen, um so genauere Aussagen über ihre Form machen zu können. Dabei soll besonders auf die weiten cranialen und caudalen Recessus eingegangen werden. Außerdem sind die Faserzüge der Gelenkkapsel in die Untersuchung einbezogen worden.

B) MATERIAL UND TECHNIK

1) Untersuchungsgut

Für die Untersuchung standen 36 Kopfhälften und 4 ganze Köpfe zur Verfügung. Außerdem wurden Gelenkflächenbestimmungen an 31 mazerierten Wirbeln vom Typ Atlas, sowie an 31 mazerierten Wirbeln vom Typ Axis durchgeführt.

2) Material

In die Gelenkspalte der Präparate wurde Xantopren blau, eine Präzisionsabformmasse der Firma Bayer, Leverkusen injiziert. Als Injektionsspritze diente eins Spezialspritze für Abformmassen der Firma Espe, Seefeld. Als Kanülen erwiesen sich Braunülen mit Kunststoffummantelung am geeignetsten, weil hier die Verletzungsgefahr beim Einpressen der Abformmasse für die Gelenkkapsel am geringsten ist.

Zur Flächenbestimmung der artikulierenden Gelenkteile dienten folgende Materialien:
Blaues Plattenwachs der Firma Gebdi in der Stärke von 0,5 mm.
Ultrafanfolie zur Aufzeichnung der Umrisse der Gelenkflächen.
Tusche K mit anlösenden Eigenschaften für Folien.
Ein Ott-Planimeter zur Flächenbestimmung der aufgezeichneten Umrisse.

Material zur Volumenbestimmung:
Mikroskop mit vierfach vergrößernder Einstellung.
Meßzylinder mit Eichmarke.
Zylinderspritze mit Eichmarken 1/10 ml.

3) Technik

Zur Bestimmung der Gelenkflächen der mazerierten Wirbel wird blaues Plattenwachs auf die entsprechenden Partien aufgebracht und fest adaptiert. Mit einem spitzen Skalpell schneidet man den Oberschuß ab und löst das Wachsplättchen vorsichtig vom Gelenk. Die einzelnen Wachsregistrate werden auf einen Karton geklebt, mit einer durchsichtigen Kunststoffplatte abgedeckt und planimetriert.
Zur Gelenkflächenbestimmung der Präparate wird an Stelle von Plattenwachs Ultrafanfolie verwendet, auf die mit Tusche die Umrisse aufgezeichnet werden.

Um Gelenkausgüsse herstellen zu können, wird zunächst die Gelenkkapsel etwas freipräpariert. Ein anschließendes "Ertasten" des Gelenkspaltes mit einer leeren Kanüle ist notwendig, damit:
1. eventuell vorhandene Luft oder Flüssigkeit aus dem Gelenkspalt entfernt werden kann.
2. der schon vorher angestochene Gelenkspalt beim Auswechseln der leeren gegen die mit Xantopren blau gefüllte Spritze rasch zu finden ist.

Vom Anrühren der Abdruckmasse bis zum Ende der Injektion dürfen höchstens zwei Minuten verstreichen. Wird diese Zeit überschritten, so läßt sich die Abformmasse nicht mehr durch die Kanüle drücken. Die Abdruckmasse verbleibt zur Aushärtung etwa eine Stunde im Gelenkspalt. Um die Ausgüsse unversehrt aus den Gelenkspalten entnehmen zu können, schneidet man die Gelenkkapsel vorsichtig in Längsrichtung ein. Der elastische Abdruck kann so leicht und ohne Beschädigung entnommen werden.

Zur Volumenbestimmung steht ein Meßzylinder vor dem Objektiv eines Mikroskopes mit vierfach vergrößernder Einstellung. Der Meßzylinder ist bis zu einer bestimmten Marke mit Wasser gefüllt, dem etwas Farbe beigegeben ist, um die Wasserhöhe unter dem Mikroskop besser ablesen zu können. Über dem Meßzylinder ist an einem Stativ eine Spritze angebracht, deren Kanüle in den Zylinder eintaucht. Nachdem der Wasserstand des Systems auf die Eichmarke gebracht wurde, spießt man mit der Kanüle einen Gelenkausguß auf und taucht ihn in den Meßzylinder. Mit Hilfe der Spritze saugt man nun Wasser ab, bis der Ausgangszustand wieder erreicht ist. Am Zylinder der Spritze, die in 1/10 ml geeicht ist, kann man nun das Volumen des Ausgusses direkt ablesen.

C) B E F U N D E

1) Gelenkflächenwerte der mazerierten Wirbel

Da sich die Untersuchung nur auf die articulatio atlanto-axialis lateralis erstreckt, wurden jeweils nur die kaudalen Gelenkflächen des Atlas und die kranialen Gelenkflächen des Axis vermessen.

A) Atlas

Fovea articularis inferior rechts

Mittelwert	207.80	mm²
Kleinster gefundener Wert	152.00	mm²
Größter gefundener Wert	264.00	mm²

(Diagramm 1)

Fovea articularis inferior links

Mittelwert	212.87	mm²
Kleinster gefundener Wert	158.00	mm²
Größter gefundener Wert	289.00	mm²

(Diagramm 2)

B) Axis

Facies articularis superior rechts

Mittelwert	220.94	mm²
Kleinster gefundener Wert	173.00	mm²
Größter gefundener Wert	309.00	mm²

(Diagramm 3)

Facies articularis superior links

Mittelwert	216.68	mm²
Kleinster gefundener Wert	160.00	mm²
Größter gefundener Wert	272.00	mm²

(Diagramm 4)

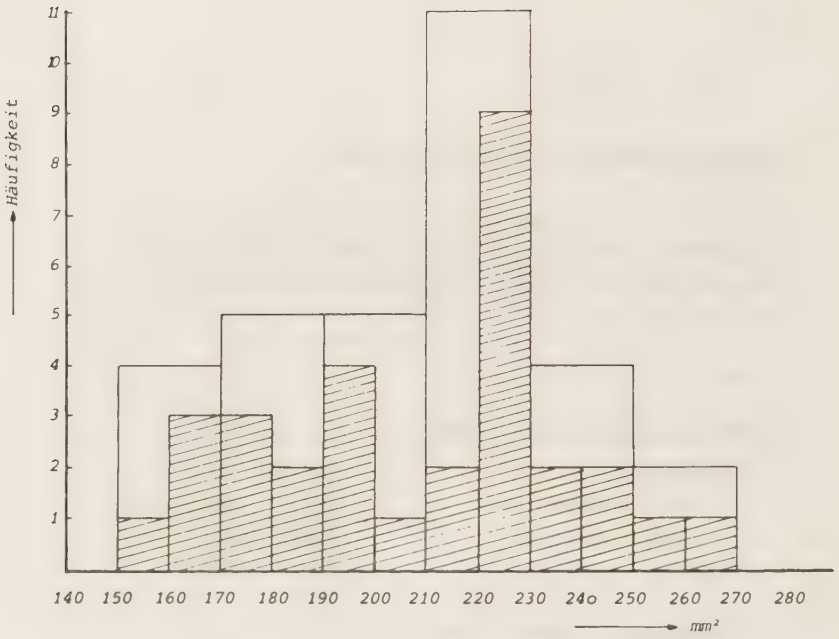


Diagramm 1: Häufigkeitsverteilung der Gelenkflächenwerte mazerierte Wirbel Atlas rechts

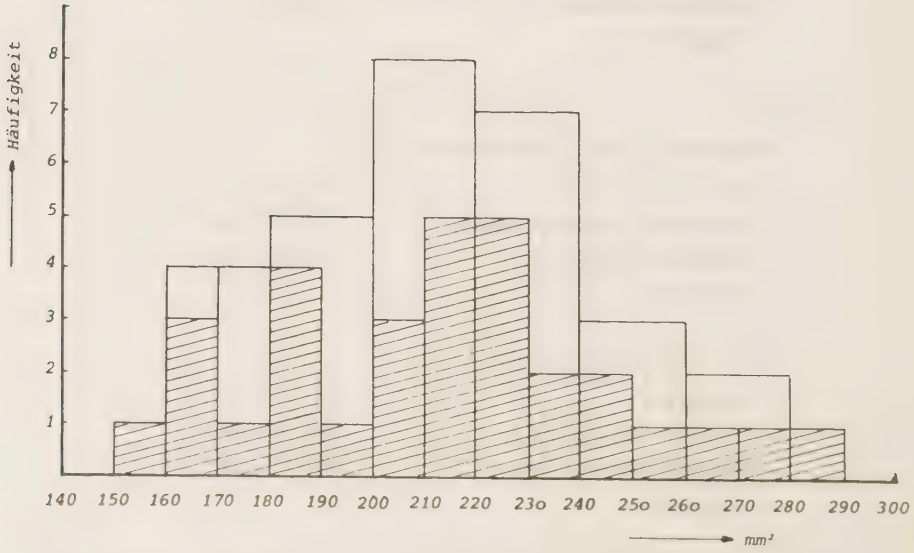


Diagramm 2: Häufigkeitsverteilung der Gelenkflächenwerte mazerierte Wirbel Atlas links

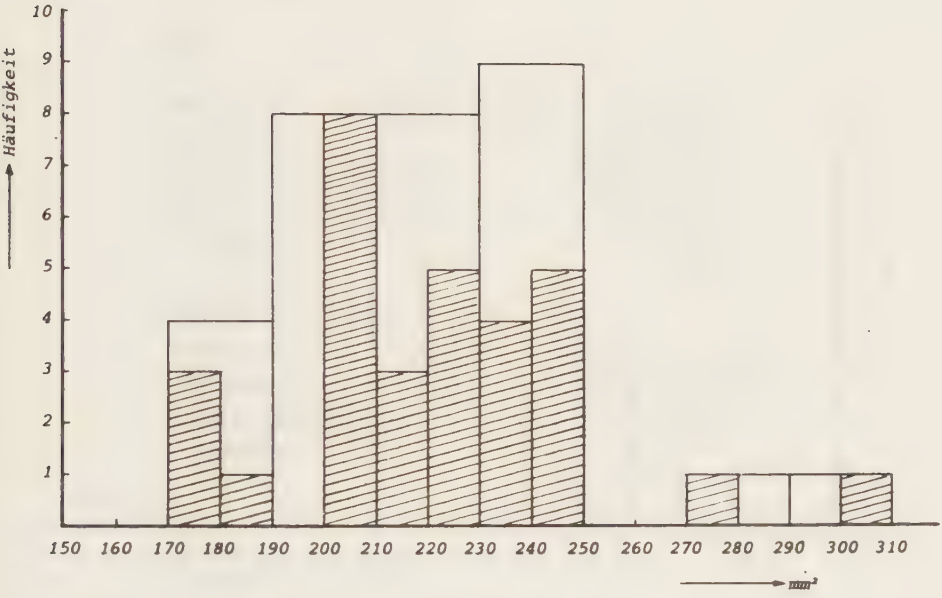


Diagramm 3: Häufigkeitsverteilung der Gelenkflächenwerte mazerierte Wirbel Axis rechts.

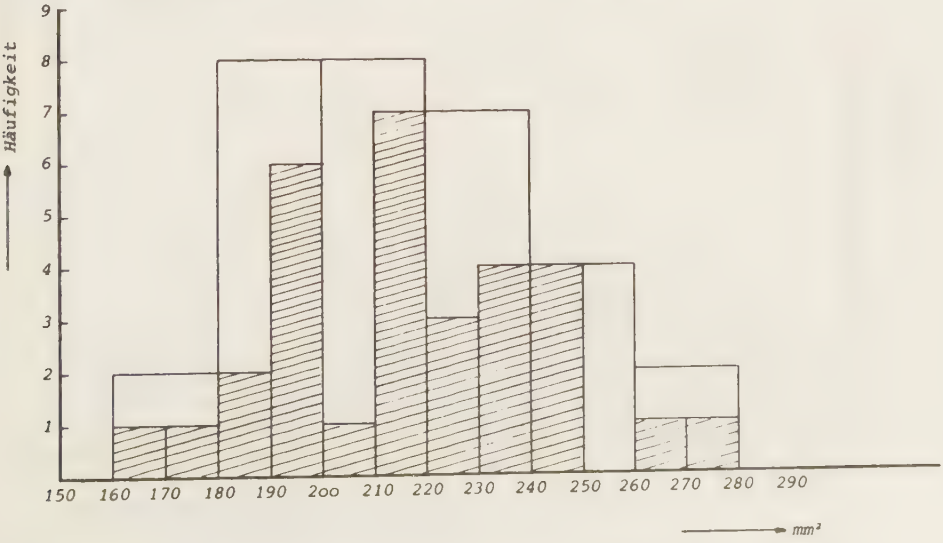


Diagramm 4: Häufigkeitsverteilung der Gelenkflächenwerte mazerierte Wirbel Axis links.

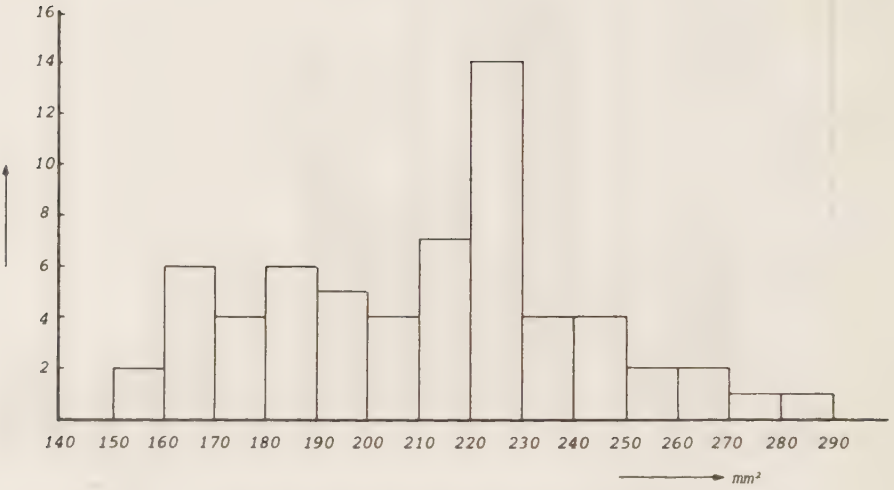


Diagramm 5: Häufigkeitsverteilung der Gelenkflächenwerte
mazerierte Wirbel Atlas (rechts und links zusammen)

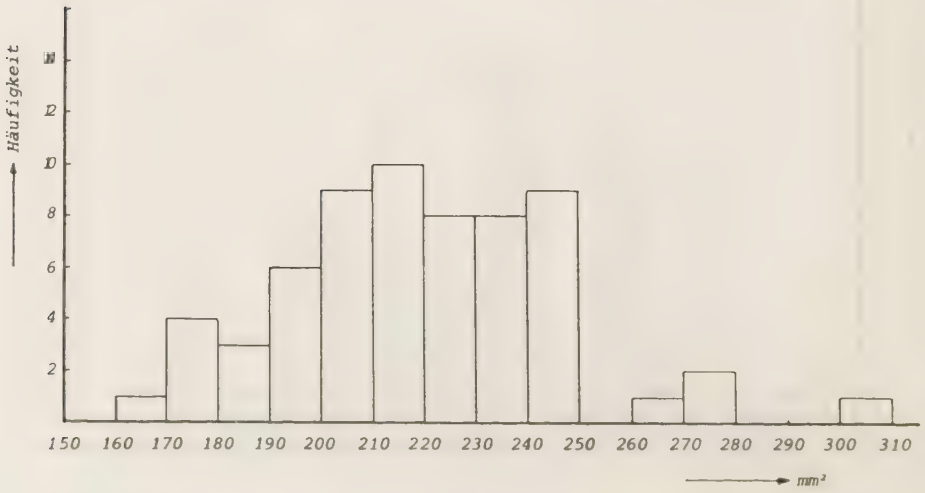


Diagramm 6: Häufigkeitsverteilung der Gelenkflächenwerte
mazerierte Wirbel Axis (rechts und links zusammen)

2) Gelenkflächenwerte der Präparate

A) Atlas

Fovea articularis inferior rechts

Mittelwert	221.76	mm²
Kleinster gefundener Wert	145.00	mm²
Größter gefundener Wert	278.00	mm²

(Diagramm 7)

Fovea articularis inferior links

Mittelwert	215.16	mm²
Kleinster gefundener Wert	169.00	mm²
Größter gefundener Wert	263.00	mm²

(Diagramm 7)

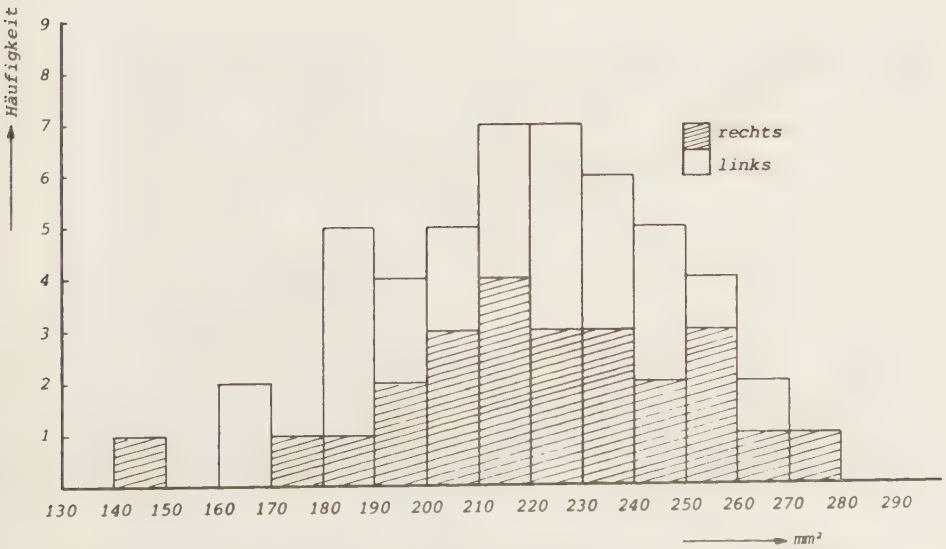


Diagramm 7: Häufigkeitsverteilung der Gelenkflächenwerte Präparate Atlas rechts - links.

B) Axis

Facies articularis superior rechts

Mittelwert	229.60	mm²
Kleinster gefundener Wert	141.00	mm²
Größter gefundener Wert	278.00	mm²

(Diagramm 8)

Facies articularis superior links

Mittelwert	230.92	mm²
Kleinster gefundener Wert	154.00	mm²
Größter gefundener Wert	297.00	mm²

(Diagramm 8)

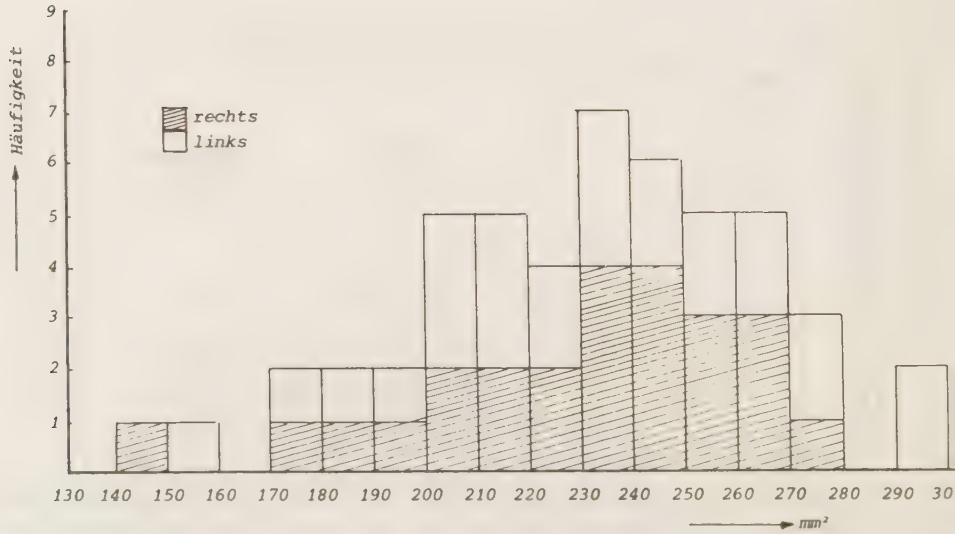


Diagramm 8: Häufigkeitsverteilung der Gelenkflächenwerte
Präparate Axis rechts - links.

2) Formen der Gelenkflächen

Die zur Flächenbestimmung angefertigten Abdrücke wurden auch zur Formbestimmung der Gelenkflächen herangezogen. Das heißt, daß nicht die räumliche Form betrachtet wurde, sondern ihre Projektion in die Hauptebene der Gelenkfläche.
Die Formen sind also hier so wiedergegeben, wie sie sich beim Atlas aus caudaler Sicht, beim Axis aus cranialer Sicht darstellen.

Auf einen rechts-links-Vergleich wurde bei der Betrachtung der Gelenkflächenformen verzichtet.
Aus den Beobachtungen ergaben sich fünf häufig auftretende Formtypen, die fließend ineinander übergehen.

a) eine rundliche Form
b) eine ovale Form
c) eine rundliche Form mit vorderseitiger Ausbuchtung
d) eine Nierenform
e) eine vorne zugespitzte Nierenform

Die drei erstgenannten Formen treten dabei sowohl an den Gelenken des Atlas, sowie an den Gelenken des Axis auf.
Die vorne zugespitzte Nierenform dagegen findet sich fast ausschließlich nur an den Atlasgelenkflächen und die abgerundete Nierenform scheint dem Axis vorbehalten zu sein.

Am häufigsten ließ sich an den unteren seitlichen Atlasgelenken die ovale Form beobachten. Sie konnte 35 mal gefunden werden, was 37,8 % des gesamten untersuchten Materials ausmacht.

An zweiter Stelle steht die vorne zugespitzte Nierenform, die 28 mal (30,2%) gefunden wurde.

Am dritthäufigsten ist die rundliche Form mit vorderseitiger Ausbuchtung. Sie wurde 27 mal (29,2%) gefunden.

Am seltensten ist die rundliche Form. Sie konnte bei der Bestimmung an 108 Gelenken nur 18 mal (19,4%) gefunden werden.

An den oberen seitlichen Axisgelenken fand sich die Nierenform mit 35 mal (37,8%) am häufigsten.

Die zweite Stelle nimmt hier die rundliche Form mit vorderseitiger Ausbuchtung ein. 34 mal (36,7%).

An dritter Stelle folgt die ovale Form mit 20 Vertretern (21,6%).

Auch an den Axisgelenken ist die rundliche Form, die hier 19 mal (20,5%) gefunden wurde, am seltensten.

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Formen und ihre Häufigkeit noch einmal schematisch dargestellt.

A T L A S				
28	27	35	18	Anzahl
30,2%	29,2%	37,8%	19,4%	Häufigkeit

A X I S				
35	34	20	19	Anzahl
37,8%	36,7%	21,6%	20,5%	Häufigkeit

3) Gelenkspaltausgüsse

Von den 42 angefertigten Ausgüssen konnten nur 31 für die Auswertung herangezogen werden. Dreimal wurde der Gelenkspalt verfehlt und das Abformmaterial in Gewebespalte gepreßt. In 8 Fällen war die Gelenkkapsel verletzt, so daß das Abformmaterial sich nicht in alle Ausbuchtungen des Gelenkraumes einbringen ließ, sondern wieder aus der Gelenkkapsel ausfloß.

Bei der Abformung wurde darauf geachtet, daß Atlas und Axis sich möglichst nicht gegeneinander verdrehen konnten. Die Ausgüsse geben somit die Gelenkspaltsituation bei etwa gerader Kopfhaltung wieder.

a) Formen des Gelenkspaltes

An den Gelenkausgüssen kann man grob zwei Teile unterscheiden:
Eine dünne Platte, die dem Spalt zwischen den artikulierenden Knorpelflächen der beiden Wirbel entspricht.
Einen zirkulären Randwulst, der die Platte nach cranial und caudal mehr oder weniger überragt, und den Aussackungen zwischen Ursprung und Ansatz der Gelenkkapsel entspricht.

Das Aussehen der Platte wird geprägt durch die artikulierenden Knorpelflächen des Gelenkes. Sie besitzt daher von cranial gesehen eine rundliche Form mit fließenden Obergängen bis zur vorne zugespitzten Nierenform, entsprechend den Gelenkflächen des Atlas. Von caudal gesehen entspricht die Form den Gelenkflächen des Axis und stellt sich somit rundlich bis nierenförmig dar.

Da die Gelenkflächen des Axis durchschnittlich etwas größer sind als die des Atlas, müssen sie diese zwangsläufig etwas überragen.

In 25 Fällen waren die dorsalen Umgrenzungen annähernd deckungsgleich, so daß sich nur im ventralen Bereich eine Überlappung zeigte. In 4 Fällen war die Überlappung im dorsalen und ventralen Bereich etwa gleich groß. In 2 Fällen fand sich eine Überlappung nur im dorsalen Bereich.

Die Dicke des Ausgusses wurde nicht vermessen, da sie vom angewendeten Injektionsdruck und der eingebrachten Menge des Abdruckmaterials abhängig ist.
Man kann jedoch deutlich verschiedene Zonen unterscheiden. Eine mittlere runde bis ovale Zone, deren Schichtstärke äußerst gering ist. Diese Zone entspricht den Kontaktflächen der beiden Gelenkknorpel, die durch die eingepreßte Abdruckmasse etwas auseinandergedrückt wurden. Zwei äußere Zonen, welche die mittlere jeweils halbmondförmig umgeben. Sie bilden besonders ventral und dorsal stärkere Randwülste, während sie medial und lateral etwas flacher ineinander übergehen. So weist der Gelenkspalt im anterioren Bereich eine Stärke von ca. 2 - 5 mm auf. Im Seitenbereich wird der Spalt dann kontinuierlich schmaler (ca. 1 - 2 mm), um nach dorsal wieder an Stärke zuzunehmen (ca. 2 - 5 mm). Dies kommt durch das Zusammentreffen der stark konvexen Axisflächen mit den ebenen Atlasflächen zustande.

b) Recessus des Gelenkspaltes

Während die eben beschriebene Platte dem Spalt zwischen den artikulierenden Knorpelflächen entspricht, stellt der zirkuläre Randwulst die cranialen und caudalen Aussackungen zwischen Ursprung und Ansatz der Gelenkkapsel dar.
Um diese Recessus des Gelenkspaltes zahlenmäßig zu erfassen, wurden Messungen an den Ausgußpräparaten durchgeführt. Außerdem wurden diese Spalträume an den Präparaten mit einer Meßsonde ausgetastet und registriert. Die Messungen wurden an vier markanten Stellen durchgeführt, die im Folgenden als anteriorer, posteriorer, medialer und lateraler Meßpunkt bezeichnet werden. (Zeichnung 1)

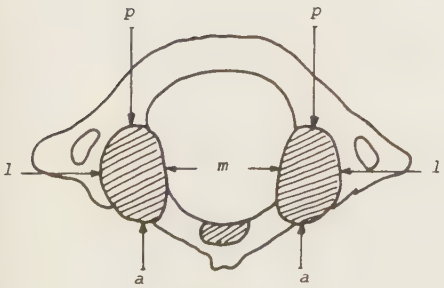
Dabei ließen sich an den einzelnen Meßstellen recht unterschiedliche Ergebnisse feststellen. (siehe folgende Tabelle)

Articulationes atlantoaxialis laterales

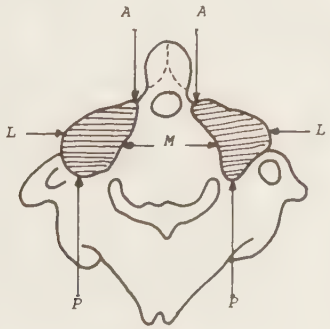
Höhe der Recessus in cranio-caudaler Richtung

links		Mittelwerte
	anterior	2.00 mm
	posterior	7.47 mm
	medial	4.84 mm
	lateral	10.05 mm
rechts		
	anterior	2.13 mm
	posterior	6.80 mm
	medial	5.86 mm
	lateral	9.86 mm

Zeichnung 1: Aussackungen am Rande der Gelenkspalte
(in cranio - caudaler Richtung)



Atlas
Ansicht von caudal



Axis
Ansicht von cranial
und dorsal

Aa = anteriore Meßpunkte	*2,00mm - 2,13mm*
Pp = posteriore Meßpunkte	*6,80mm - 7,47mm*
Mm = mediale Meßpunkte	*4,84mm - 5,86mm*
Ll = laterale Meßpunkte	*9,86mm -10,05mm*

c) Volumina der Gelenkspaltausgüsse

Zur Bestimmung des Gelenkspaltvolumens konnten nur die 31 gelungenen Gelenkspaltausgüsse herangezogen werden. Wegen der relativ geringen Zahl wurde auf einen Rechts-Links-Vergleich verzichtet.

Gelenkspaltvolumen

Mittelwert	0.85096 ml
Kleinster Wert	0.52 ml
Größter Wert	1.25 ml

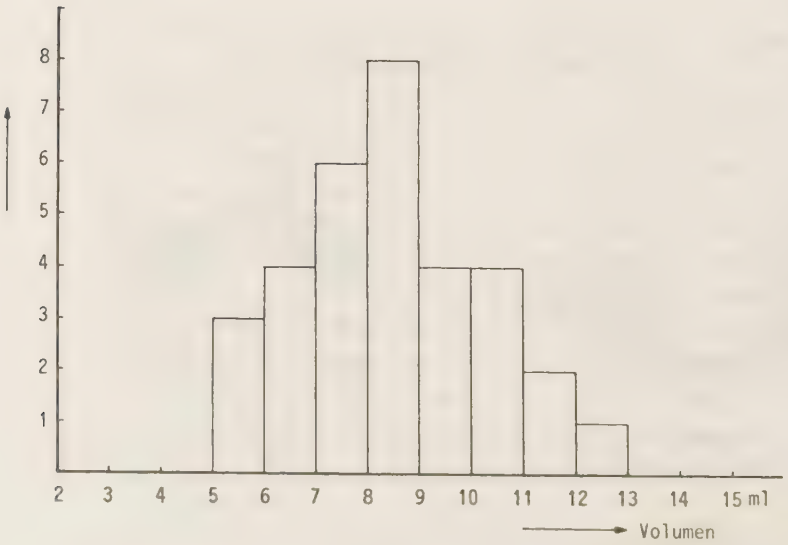


Diagramm Häufigkeitsverteilung der Gelenkspaltvolumina.

4) Capsula articularis

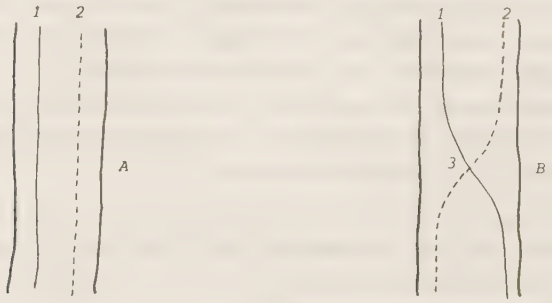
Die Kapseln der Articulationes atlantoaxialis laterales sind relativ weit und schlaff. Sie inserieren weit von den Rändern der Gelenkflächen entfernt. Am Atlas dicht unterhalb des Querfortsatzes, am Axis dicht oberhalb desselben. Am medialen undrückwärtigen Umfang der Kapsel wird diese durch die tiefsten Zonen der Membrana tectoria verstärkt.

Durch den Druck, mit dem die Abformmasse in den Gelenkspalt floß, wurde die Gelenkkapsel leicht gedehnt. Deshalb geben die Ausgußpräparate nicht nur die grobe äußere Form der Gelenkspalte wieder, sondern man kann an der Oberfläche leichte keilförmige Impressionen erkennen, die den Verlauf der einzelnen Kapselfaserbündel wiederspiegeln. Ganz deutlich zeichnet sich eine tiefe Impression ab, die das Ausgußpräparat zirkulär umfaßt. Sie ist rostral. lateral und dorsal stark ausgebildet, während sie medial entscheidend flacher wird und an einigen Präparaten kaum tiefer ist als die Impressionen der übrigen Kapselfasern.
Von der Seite gesehen teilt diese Einschnürung den Ausguß in eine obere und eine untere Hälfte. Die beiden Hälften sind, was die Ausdehnung in der Vertikalen betrifft annähernd gleichwertig, das heißt die zirkuläre Impression liegt am Präparat etwa mittig.
Diese schmale Impression entspricht am Gelenkpräparat einer im Querschnitt keilförmigen Synovialisfalte, die von der medialen Wand der Gelenkkapsel in den Gelenkspalt hineinragt.

Was den Verlauf der übrigen kleinen Impressionen, die den eigentlichen Faserapparat der Gelenkkapsel darstellen, betrifft, so zeichnet sich ein systematisches Bild ab, das nachfolgend beschrieben und etwas schematisiert werden soll.

An den Ausgußpräparaten zeichnen sich grundsätzlich nur die Strukturen der Kapselmembran ab, die nach innen, das heißt dem Gelenkspalt zugewandt liegen. Da die Gelenkkapsel jedoch aus mehreren Schichten aufgebaut ist, mußte die äußere Schicht am Präparat studiert werden.
Da die Gelenke nicht parallel zur Horizontalen liegen, soll im Folgenden der Spaltraum zwischen den korrespondierenden Knorpelflächen als Bezugsebene zur Beschreibung des Verlaufes der Kapselfasern dienen.
Man kann zunächst in der ganzen Zirkumferenz zwei Schichten von Kapselfasern unterscheiden. Eine innere, dem Gelenkspalt zugewandte, und eine äußere Schicht. Beide Schichten wechseln jedoch in Höhe des Gelenkspaltes, beziehungsweise in Höhe der zirkulären Synovialisfalte ineinander über. Das bedeutet, daß cranial vom Gelenkspalt eine Schicht die inneren Fasern bildet, während sie caudal vom Gelenkspalt die äußeren Fasern darstellt. (Zeichnung 2)

Zeichnung 2: Schematischer Aufbau der Gelenkkapsel



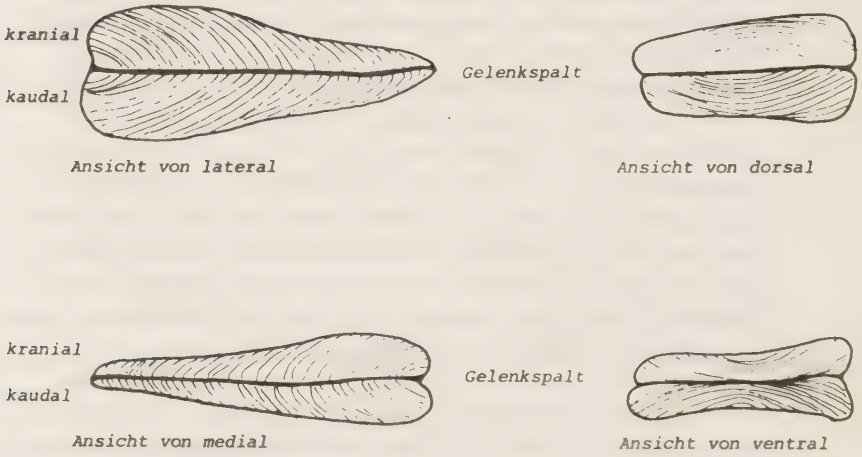
Längsschnitt durch die Kapselmembran
A: oberhalb der Mittellinie
B: in Höhe der Mittellinie

1: Inneres System von Kapselfasern
2: Äußeres System von Kapselfasern
3: Kreuzungspunkt beider Systeme in Höhe der Mittellinie

Betrachtet man das Präparat von der Außenseite (lateral), so sieht man Kapselfaserimpressionen, die von oben schräg nach unten bis zur Mittellinie ziehen. Sie bilden zur Mittellinie bzw. zum Gelenkspalt einen Winkel von 20 bis 40 Grad, und verlaufen von hinten oben nach vorne unten. Teils ist der Verlauf fast gerade, teils leicht bogenförmig nach oben gewölbt.
Unterhalb der Mittellinie verlaufen die Kapselfasern genau umgekehrt. Nämlich von vorne oben nach hinten unten. Der Winkel zum Gelenkspalt beträgt auch hier zwischen 20 und 40 Grad und der Verlauf ist teils gerade, teils bogenförmig nach unten gewölbt.
Von der Innenseite (medial) betrachtet, sieht das Präparat ganz ähnlich aus. Auch hier verlaufen die Kapselfasern von der Mittellinie aus schräg nach unten hinten und schräg nach oben hinten.
Daß die Kapselfasern anscheinend in Höhe des Gelenkspaltes ihre Verlaufsrichtung ändern kommt daher, daß sich hier, wie schon vorher beschrieben, die beiden Schichten von Fasersystemen überkreuzen. Die einzelnen Faserbündel sind, wie dargestellt nicht unterbrochen, sondern ziehen schräg von oben nach unten durch, so daß sich insgesamt das Bild eines rautenförmigen Fasergitters ergibt.
Von hinten (dorsal) gesehen, zeigt sich am Ausgußpräparat oberhalb des Gelenkspaltes folgendes Bild. Die seitlichsten Faserbündel kommen jeweils von medial und lateral unten und ziehen schräg nach oben zum Rand des Präparates, der den Ansatz der Kapselmembran am Atlas darstellt. Die übrigen Faserbündel kommen von medial unten, verlaufen im nach oben gekrümmten Bogen über die Rückseite der Kapsel, und laufen als laterale Fasern wieder nach vorne unten.
Unterhalb des Gelenkspaltes verlaufen die Fasern gerade spiegelbildlich. Die mittleren Fasern von medial und lateral oben kommend im nach unten gekrümmten Bogen. Die seitlichen Fasern von oben schräg nach unten zum Unterrand des Ausgußpräparates, der den Ansatz der Kapselmembran am Axis darstellt.

Von vorne (rostral) gesehen ähnelt das Präparat wieder sehr der Rückseite, nur sind hier die obere und die untere Hälfte vertauscht. Die seitlichen Fasern kommen vom oberen Rand beziehungsweise vom unteren Rand des Präparates und laufen schräg konvergierend zur Mittellinie. Die zentralen Faserbündel bilden oberhalb des Äquator einen nach unten gewölbten Bogen und unterhalb des Äquator einen nach oben gewölbten Bogen.

Zeichnung 3: Gelenkspaltausgüße schematisiert



D) BESPRECHUNG DER BEFUNDE

1) Gelenkflächenwerte

Bei den Flächenwerten konnte kein signifikanter Unterschied zwischen rechten und linken Gelenken gefunden werden. Die Differenz der Mittelwerte der Gelenkflächen betrug bei den mazerierten Atlantes 0.0507 cm^2 oder 2,38%, bei den Feuchtpräparaten 0.0660 cm^2 oder 2,97%.
Dabei erwies sich bei den mazerierten Wirbeln der Mittelwert der linken Gelenkfläche als der größere. Bei den Präparaten jedoch war der Mittelwert der rechten Gelenkfläche größer.

Ein ähnliches Verhalten ließ sich auch beim Axis feststellen. Hier betrug die Differenz der Mittelwerte der Gelenkflächen bei den mazerierten Wirbeln 0.0426 cm^2 oder 1,92%, bei den Feuchtpräparaten 0.1576 cm^2 oder 6,82%.
Auch dies deutet nicht auf ein asymmetrisches Verhalten hin, da bei den mazerierten Wirbeln der Mittelwert der rechten Gelenkfläche, bei den Präparaten aber der Mittelwert der linken Gelenkfläche größer war.
Bei diesen Befunden muß berücksichtigt werden, daß als Untersuchungsgut größtenteils nur Kopfhälften zur Verfügung standen. Es konnte deshalb an den einzelnen Präparaten meist kein Rechts-Links-Vergleich angestellt werden, da nur selten beide Kopfhälften einer Leiche zur Verfügung standen.

Man kann somit annehmen, daß die Größenunterschiede der Gelenkflächen rechts und links, die sich durch die Differenz der Mittelwerte ausdrücken, rein statistischer Natur sind. Das heißt, daß sie rein zufällig durch die Auswahl des Materials, der Meßmethoden und dergleichen entstanden sind und nicht auf irgendwelche anatomischen Gegebenheiten zurückgeführt werden können.

Auffallend ist jedoch der Größenunterschied zwischen den unteren Gelenkflächen des Atlas und den oberen Gelenkflächen des Axis, die ja miteinander artikulieren. Schon bei den einzelnen Messungen korrespondierender Gelenkflächen fällt auf, daß die Facies articulationis superior axis fast durchweg größer ist als die entsprechende Gelenkfläche des Atlas.
Vergleicht man dabei die Mittelwerte, so kommt man zu folgendem Ergebnis:
Bei den mazerierten Wirbeln beträgt die durchschnittliche Größe der Atlasgelenkflächen 2.103 cm^2, die durchschnittliche Größe der Axisgelenkflächen 2.1881 cm^2. Es ergibt sich somit ein Differenzbetrag von 0.0847 cm^2 oder 3,87%.
Bei den Wirbelpräparaten beträgt die durchschnittliche Größe der Atlasgelenkflächen 2.1846 cm^2, die durchschnittliche Größe der Axisgelenkflächen 2.3026 cm^2. Es ergibt sich somit ein Differenzbetrag von o.1180 cm^2 oder 5,12%.

Da auch bei den Einzelmessungen in 43 von insgesamt 46 Fällen (das entspricht 93,5%) jeweils ein größerer Wert für die Axisgelenkfläche gefunden wurde, muß man annehmen, daß von den artikulierenden Flächen der Articulationes atlantoaxialis laterales die dem Atlas zugehörige Gelenkfläche im Normalfall etwas kleiner ist als die dem Axis zugehörige.

Und zwar:

Bei mazerierten Wirbeln um durchschnittlich 8.47 mm^2
Bei Wirbelpräparaten mit Gelenkknorpelschicht
um durchschnittlich 11.80 mm^2.

2) Formen der Gelenkflächen

Bei der Bestimmung der Formtypen der Gelenkflächen wurde nicht von der räumlichen Form der artikulierenden Knorpel- oder der entsprechenden Knochenfläche ausgegangen, sondern von einer Projektion derselben in eine angenommene Artikulationsebene, die sich genau zwischen den Gelenkflächen befinden soll.
Somit können mazerierte Wirbel und Wirbelpräparate gemeinsam betrachtet werden, obgleich durch die Knorpelauflage eine primär leicht konkave oder plane knöcherne Gelenkfläche oft in eine leicht konvexe Gelenkfläche umgewandelt wird.
Trotz der vielfältigen Formen muß man feststellen, daß die rechten und linken Gelenkflächen eines Wirbels jeweils spiegelbildlich nahezu identisch sind. Nur ganz selten kommt es vor, daß ein Wirbel z.B. rechts eine runde und links eine nierenförmige Gelenkfläche besitzt.

Auch die korrespondierenden Gelenkflächen der Wirbel Atlas und Axis stimmen in der Form nahezu immer überein.

3) Gelenkkapsel

Die Gelenkkapsel muß wegen des großen Bewegungsumfanges in der Articulatio atlantoaxialis lateralis relativ weit und schlaff sein. Dies wird erreicht durch die scherengitterförmige Anordnung der Faserbündel. Hierdurch wird im medialen und lateralen Teil der Kapsel die größtmögliche Flexibilität bei gleichzeitiger höchster Festigkeit erreicht.
Bei Drehbewegungen des Kopfes jedoch wird die Gelenkkapsel am stärksten nach rostral und dorsal gedehnt. Diese starke Dehnbarkeit in diesem Bereich kommt durch die spezielle Anordnung der Faserzüge zustande.

Ein Teil der Fasern verläuft nicht von Ansatz zu Ansatz der Gelenkkapsel am Knochen schräg nach oben beziehungsweise nach unten, sondern von unten kommend im Bogen wieder nach unten. Ein anderer Teil kommt von oben, zieht schräg nach unten, bildet hier einen nach unten gekrümmten Bogen und zieht wieder schräg nach oben. Durch diesen Verlauf der Kapselfasern wird erreicht, daß sich diese bei starker Dehnung der Kapsel nach dorsal oder rostral mehr oder weniger auffächern können und somit die stärkere Dehnbarkeit in diesem Bereich gewährleisten.

E) BILDANHANG

Die Fotografien sind etwa im Maßstab 1:1 angefertigt. Sie geben somit etwa die natürliche Größe der Präparate und Ausgüsse wieder.

Abbildungen

1 mit 4	Wirbelpräparate mit aufgedrückten Wachsplättchen zur Verdeutlichung der Gelenkflächenformen.
5 mit 7	Atlas mit aufgesetzten Gelenkspaltausgüssen
8 mit 12	Axis mit aufgesetzten Gelenkspaltausgüssen
13 mit 15	Atlas und Axis zusammen mit aufgesetzten Gelenkspaltausgüssen

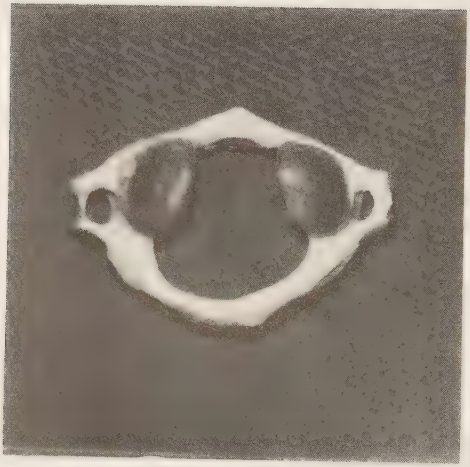


Abbildung 1

Atlas von caudal mit ovalen Gelenkflächen

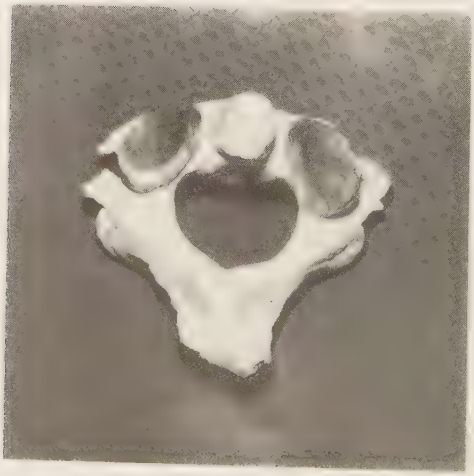


Abbildung 2

Axis von cranial mit ovalen Gelenkflächen

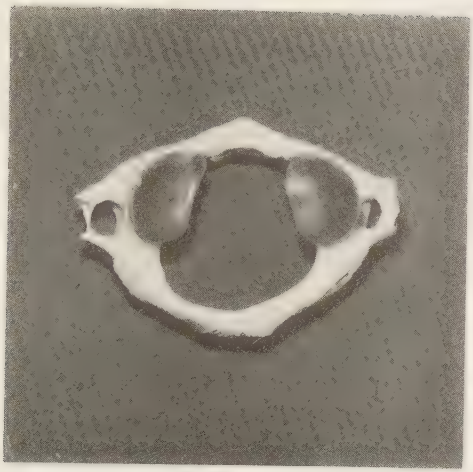


Abbildung 3

Atlas von caudal mit vorne zugespitzter nierenförmiger Gelenkfläche

Abbildung 4

Axis von cranial mit nierenförmiger Gelenkfläche

Die Abbildungen 5, 6 und 7 zeigen den Wirbel Atlas mit aufgesetzten Gelenkspaltausgüssen aus verschiedenen Ansichten.

Abbildung 5

Caudale Sicht auf den Wirbel Atlas mit aufgesetzten Gelenkspaltausgüssen

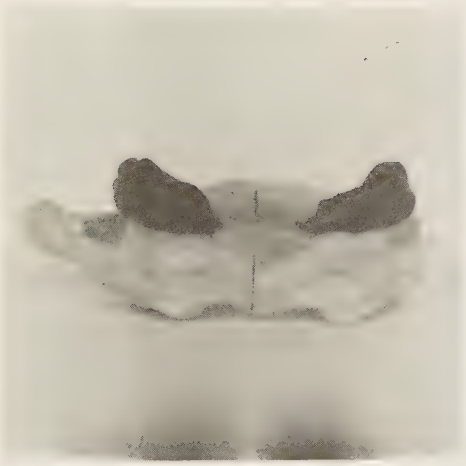


Abbildung 6

Ventralansicht Atlas mit aufgesetzten Gelenkspaltausgüssen

Abbildung 7

Dorsalansicht Atlas mit aufgesetzten Gelenkspaltausgüssen

Die Abbildungen 8, 9, 10, 11 und 12 zeigen den Wirbel Axis mit aufgesetzten Gelenkspaltausgüssen aus verschiedenen Ansichten

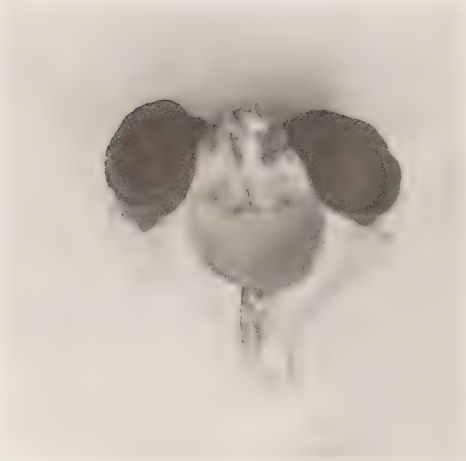


Abbildung 8

Craniale Sicht auf den Wirbel Axis mit aufgesetzten Gelenkspaltausgüssen

Abbildung 9

Lateralansicht Axis mit aufgesetztem Gelenkspaltausguß (rechts)

Abbildung 10

Lateralansicht Axis mit aufgesetztem Gelenkspaltausguß (links)

Abbildung 11

Ventralansicht Axis mit aufgesetzten Gelenkspaltausgüssen

Abbildung 12

Dorsalansicht Axis mit aufgesetzten Gelenkspaltausgüssen

Die Abbildungen 13, 14 und 15 zeigen die Wirbel Atlas und Axis, die durch die Ausgußpräparate der Gelenkspalte miteinander verbunden und somit in natürlicher Lage zueinander fixiert wurden.

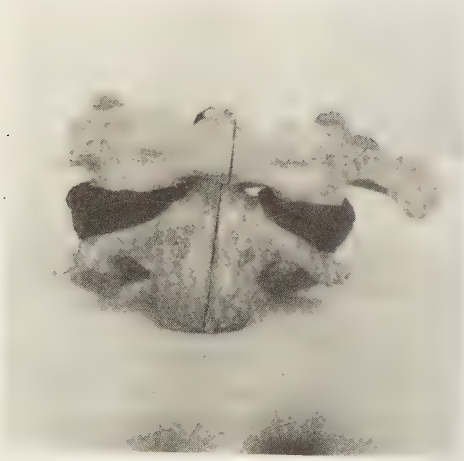


Abbildung 13

Ventralansicht Atlas und Axis mit aufgesetzten Ausgußpräparaten

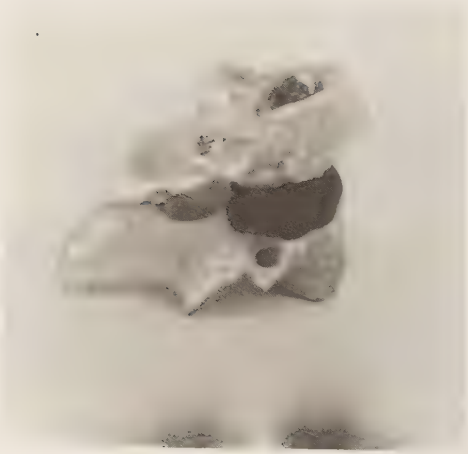


Abbildung 14

Lateralansicht Atlas und Axis mit aufgesetzten Ausgußpräparaten (rechts)

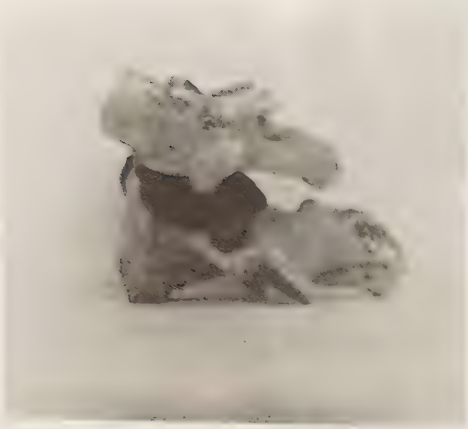


Abbildung 15

Lateralansicht Atlas und Axis mit aufgesetzten Ausgußpräparaten (links)

F) LITERATURVERZEICHNIS

ADAM, J.: Einführung in die medizinische Statistik
1. Auflage
Verlag Volk und Gesundheit, Berlin (1966)

HASELOFF, O.W.,
HOFFMANN, H.J.: Kleines Lehrbuch der Statistik
Walter de Gruyter & Co., Berlin (1965)

HOSEMANN, H.: Die Grundlagen der statistischen Methoden
für Mediziner und Biologen
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1949)

FISCHER, O.: Kinematik organischer Gelenke
Verlag Friedrich Vieweg und Sohn,
Braunschweig (1907)

FICK, R.: Handbuch der Anatomie und Mechanik der
Gelenke. 1.Teil: Anatomie der Gelenke
Gustav Fischer, Jena (1904)

KNESE, K.H.: Kopfgelenk, Kopfhaltung und Kopfbewegung
des Menschen
Z. Anat. Entwicklungsgesch. 114 (1949)

STOFFT, E.,
MÖLLER, G.: Eine vergleichende Analyse der
Intervertebralgelenkflächen
Anat. Anz. 128 (Ergh.) 355-363 (1971)

STOFFT, E.: Flächengrößen der Intervertebralgelenke bei Mensch und Tier
Anat. Anz. 130 (Ergh.) 489-497 (1972)

STOFFT, E.: Zur Morphometrie der Gelenkflächen des oberen Kopfgelenkes
Verh. Anat. Ges. 70, S 575-584 (1976)

STRASSER, H.: Lehrbuch der Muskel - und Gelenkmechanik
II. Teil
Springer Verlag, Berlin (1913)

LEBENSLAUF

Name:	Reinhard Friedrich Sturm
Geboren:	6. Januar 1950 in Mistelgau bei Bayreuth
Eltern:	Ferdinand und Babette Sturm geb. Euler
Geschwister:	einen älteren Bruder
Konfession:	evangelisch - lutherisch
Staatsangehörigkeit:	deutsch
Volksschule:	1956 - 1960 in Mistelgau bei Bayreuth
Hum. Gymnasium:	1960 - 1970 in Bayreuth
Abitur:	20. Juni 1970 in Bayreuth
Studium der Physik in Erlangen:	1970 - 1971
Studium der Zahnmedizin in Würzburg	
Beginn:	Wintersemester 1971/72
Vorphysikum:	2. Oktober 1972
Physikum:	4. April 1974
Staatsexamen:	25. Januar 1977
Assistent an der Universitäts - Zahnklinik in Würzburg	April 1977 - März 1978
Bundeswehr:	März 1978 - Mai 1979
Assistent in Kassenpraxis:	Juni 1979 - November 1979
Niederlassung:	Januar 1980
Familienstand:	verheiratet, 2 Kinder

Mistelgau, den 15. Mai 1981

R. Sturm